

# IMÁGENES DE VAPOR DE AGUA: UTILIZACIÓN PARA LA PREDICCIÓN A MUY CORTO PLAZO

Juan Pablo García Melgar

GPV del CMT en Galicia. INM

## RESUMEN

Se muestran varias situaciones en las que la *monitorización* de las imágenes de vapor de agua ayuda a corregir o confirmar el soporte numérico utilizado. Se utilizan modelos conceptuales conocidos en imágenes de vapor de agua, como el de intrusión seca, gancho, champiñón, etc. Se discute su utilización en varios casos reales. Se demuestra su utilidad, además de para el diagnóstico de la situación atmosférica, como herramienta para la predicción a muy corto plazo. En resumen se pretende dar una serie de indicaciones útiles al predictor para poder seguir la evolución en las próximas horas y “controlar” el modelo operativo de manera subjetiva, así como darle una guía sobre los elementos fundamentales y las zonas a las que parece más conveniente atender, según la situación sinóptica, como favorables para un determinado tipo de fenómenos.

## 1. Introducción

La utilización de las imágenes de vapor de agua para chequear los modelos numéricos, es práctica habitual en los últimos años, centrándose la discusión en determinar que campo o campos del modelo se ajustan mejor a las imágenes, lo cual es un primer paso de cara a la automatización de ese chequeo. El problema principal es que aún no se ha encontrado una relación cuantitativa, aceptada por todo el mundo, entre ninguno de los campos en estudio y las imágenes de vapor de agua, basándose hasta ahora mayoritariamente los estudios en relaciones cualitativas. Por tanto, aunque se ha avanzado en este camino, el ajuste entre campos e imágenes tiene aún bastante de subjetivo y no está integrado, en general, en la cadena operativa.

Este trabajo pretende mostrar ejemplos en donde el predictor puede añadir valor al modelo numérico, corrigiéndole allí donde este último no es “soportado” por el diagnóstico realizado en base a las imágenes de vapor de agua. No entramos en la búsqueda de campos derivados del modelo que mejor se ajusten a las imágenes. Pretendemos examinar el modelo a partir de estructuras conocidas y modelos conceptuales bien establecidos, en orden a comprobar si están bien recogidos por el soporte numérico.

El método de trabajo parte del diagnóstico rutinario realizado por el equipo técnico del GPV de A Coruña desde su formación hace dos años y del estudio de situaciones concretas anteriores a esa fecha. Se ha tratado de mostrar situaciones “significativas”, de modo que sólo se tratan aquellas situaciones que afectan de manera importante el tiempo regional. Se muestran casos donde el predictor al monitorizar las imágenes de vapor de agua puede dudar del comportamiento del modelo numérico y, en su caso, corregir a este. Evidentemente, el grado en que la situación en altura logra condicionar la de niveles bajos juega un papel muy importante en los fenómenos observados después en superficie, y este grado de condicionamiento ha de ser *forzosamente* tenido en cuenta a la hora de predecir los posibles fenómenos que pueden ocurrir en superficie.

Se utilizan en este trabajo los modelos de intrusión seca, champiñón, fronteras, contracción de vórtices y el importante hecho del grado de oscurecimiento con el tiempo de zonas oscuras en la imagen de vapor de agua. Para cada caso se presentan los hechos más reseñables, centrados mayoritariamente en Galicia, y al final se exponen a modo de conclusiones las ventajas e inconvenientes de este tipo de interpretación subjetiva.

## 2. Situación del 12 y 13 de enero de 1998

Este día tuvo gran repercusión social en Galicia, debido al desamarre de una plataforma petrolífera en Ferrol y su posterior abordaje al puente que une su ría. La situación prevista mostraba una baja acercándose a Galicia y con paso rápido sobre ella previsto para la medianoche (ver figura 1). El modelo

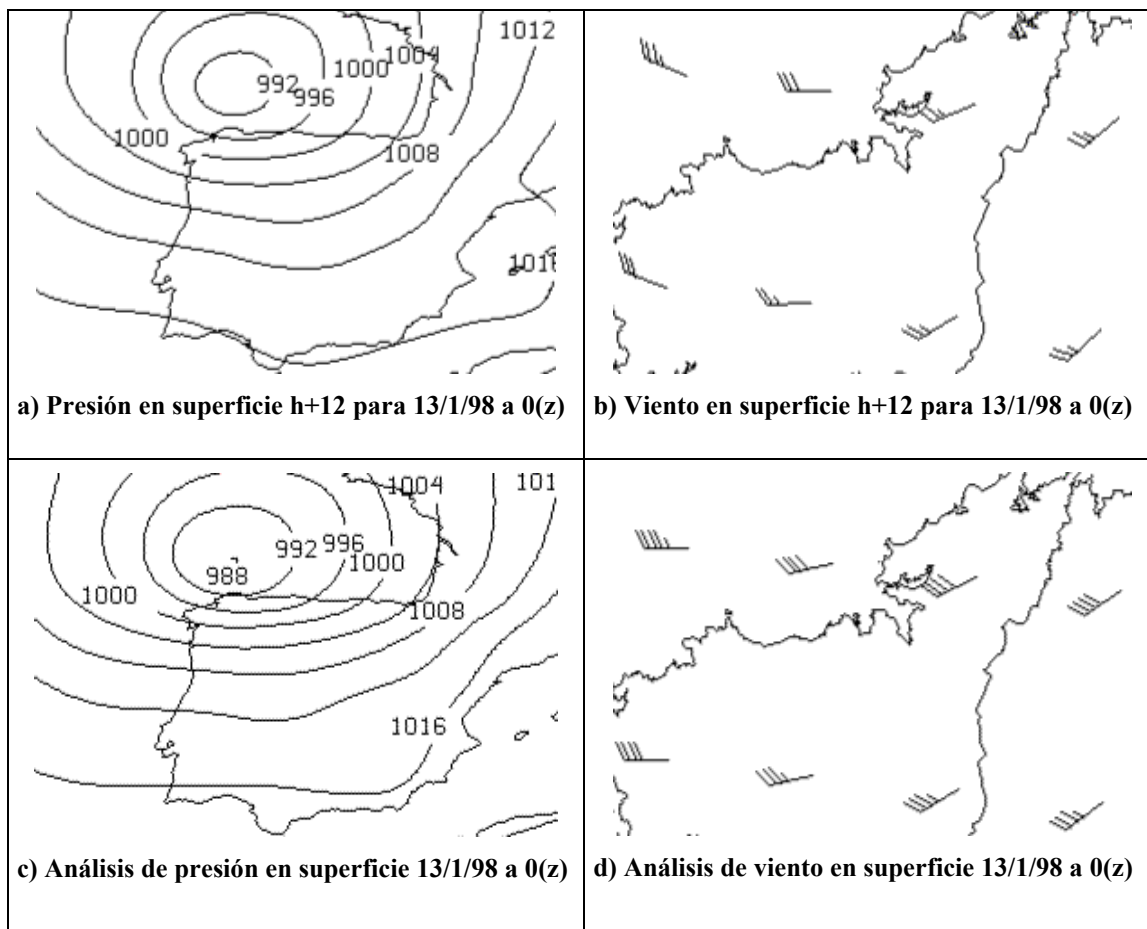


Figura 1: Salida h+12 del Hirlam de 12(z) del 12/1/98, y análisis del Hirlam de 0(z) del 13/1/98

preveía vientos fuertes a su paso, pero no con la intensidad que finalmente se produjeron. Como podemos ver en la figura 1b) los vientos medios previstos eran en torno a 30 nudos y el análisis muestra un profundizamiento mayor de la baja y vientos del orden de 40 nudos. ¿Por qué el modelo no fue capaz de prever esa mayor intensificación?

Para responder a esa pregunta tenemos que refrescar algunos conceptos. El concepto de intrusión seca (dry slot) es muy conocido y es precursor en numerosas ocasiones de ciclogénesis en niveles bajos. Cuando hablamos de intrusión seca, nos estamos refiriendo a aire, de origen probablemente estratosférico, que desciende en la parte trasera de una onda, hasta incluso llegar a niveles próximos a superficie. Este aire con alta vorticidad potencial puede, en ocasiones, producir ciclogénesis explosivas en caso de acoplarse con una zona baroclina en niveles bajos.

En el caso bastante común, como ocurre en esta situación, de que la entrada de aire seco llegue a las cercanías de la baja en superficie, se forma el gancho tan común en las imágenes de todos los canales y que da idea de una baja madura. En las cercanías de la zona delantera de esa entrada seca se dan los vientos más fuertes. De hecho en la mayoría de los casos estudiados en Galicia, se rebasaron los umbrales de aviso, que están en 90 km/h. En el resto de los casos también hubo aumento en la intensidad de los vientos, pero fueron de menor intensidad.

Si observamos las imágenes de vapor de agua (ver figura 2a) podemos observar como la entrada seca ya ha “penetrado” en la onda que se acerca a Galicia. La razón de la mayor intensificación, con respecto a la prevista, estriba, a nuestro parecer, en una segunda “entrada” que desarrolló un segundo gancho que fue a su paso por Galicia, a primeras horas de la madrugada del día 13 de enero, el que llevó asociado los vientos más intensos, vientos que superaron ampliamente los 100 km/h en la costa noroeste. Esta segunda “oleada” no fue prevista por los modelos y sólo puede ser monitorizada siguiendo la evolución de las imágenes. Así vemos como a las 12(z) (figura 2a) empieza a vislumbrarse, en B, como la cabeza nubosa empieza a deformarse ligeramente. En la figura 2b) vemos, como al mismo tiempo que la penetración de

la primera entrada continúa (como se puede observar en A y C), la deformación observada en B va siendo cada vez más perceptible. Esa deformación, creemos está asociada a una nueva entrada de aire que precede a una lengua fría, cuya parte delantera está indicada en las imágenes por la línea discontinua. En la figura 2c) tres horas más tarde continúan los mismos actores. A las 21(z) (figura 2d) ya es claramente perceptible la formación del gancho H asociado con esta segunda entrada. El gancho pasa por Galicia en torno a las 00(z) del día 13 (figura 2e), alcanzando los vientos la máxima virulencia sobre esa hora (144 km/h en Fisterra a las 22:50 del día 12, 181 km/h en Bares a la 1 del día 13, 111 en Vilán a las 23:20 del día 12, 94 en Coruña a las 00:25 del día 13, etc). Obsérvese la velocidad con que la lengua fría penetra en la península. Una vez que el gancho rebasa Galicia (figura 2f), los vientos comienzan a disminuir progresivamente, aunque permanecen en valores altos.

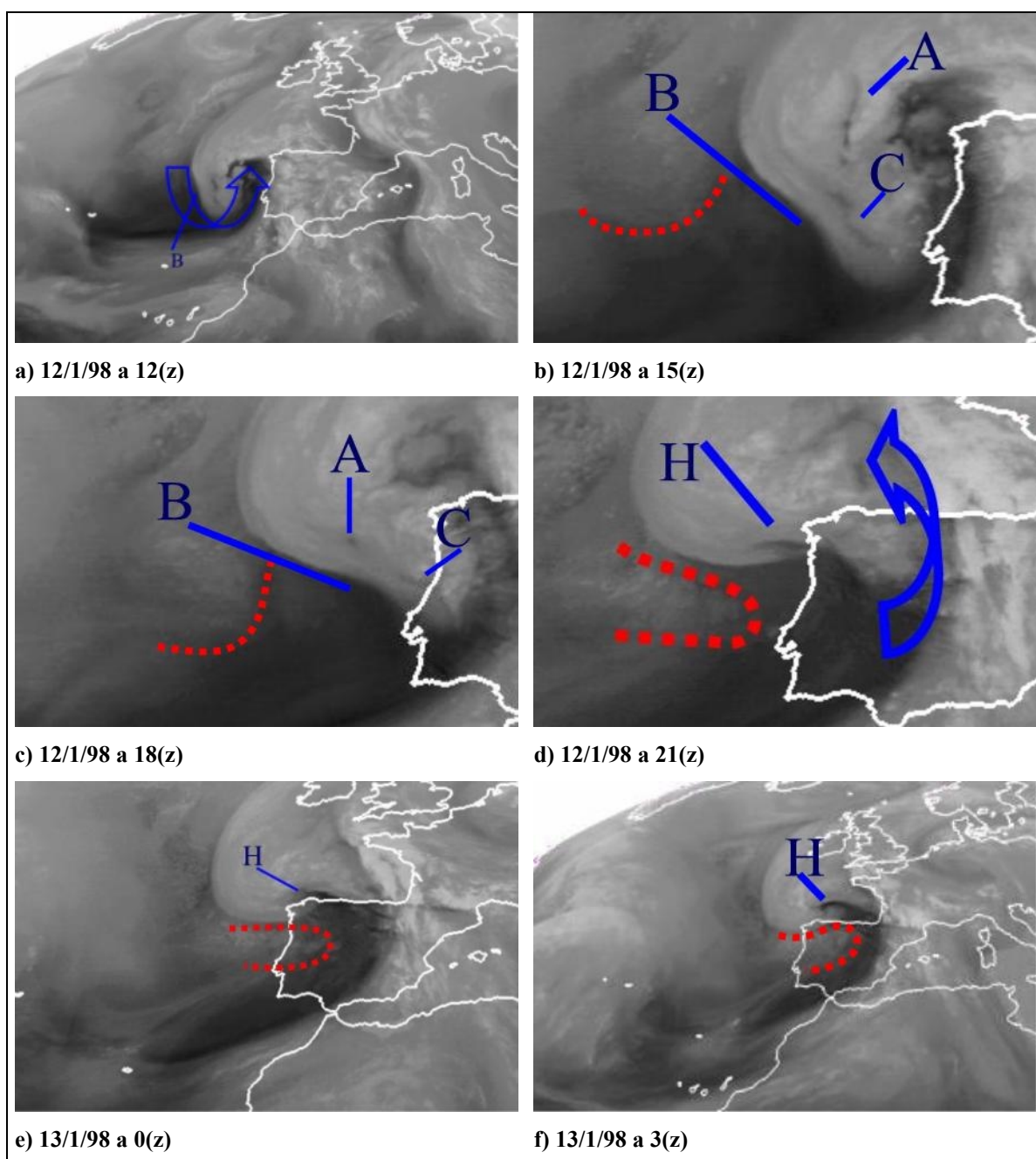


Figura 2: Loop de imágenes de vapor de agua del 12 y 13 de enero de 1998.

¿Se podía haber previsto esa mayor profundización?. Creemos que sólo a partir del seguimiento de la situación a partir de las imágenes de vapor de agua se podía detectar lo que estaba ocurriendo. Este tipo de deformación en las bandas nubosas representa una entrada subsidente en la parte trasera de una onda y

debe ser vigilado y tenido en cuenta por el predictor a la hora de hacer un diagnóstico y previsión a corto plazo, sobre todo cuando, como en este caso, esa deformación continúa. La vigilancia de este tipo de zonas oscuras en vapor de agua es imprescindible a la hora de poder adelantarse a los acontecimientos y, en caso de que el soporte numérico no “sostenga” esa entrada, es un indicio de que podemos estar ante un mal comportamiento del modelo. Se debe reseñar que cuanto mayor sea el oscurecimiento con el tiempo de la entrada seca, mayor será el grado de penetración hacia niveles bajos de ese aire de origen estratosférico y con ello mayores son los posibles efectos en superficie.

### 3. Situación del 30 y 31 de julio de 2001

Durante los días 29 y 30 se habían desarrollado tormentas de cierta entidad en la mitad oeste peninsular con una baja en altura asociada con un ligero embolsamiento frío favorecedor de esa inestabilidad. Para el día 31 el modelo presentaba una situación idéntica con la baja estacionaria elongada norte-sur y afectando a la mitad oeste peninsular, lo que llevaba a pensar en una situación parecida al día anterior con inestabilidad en esa zona.

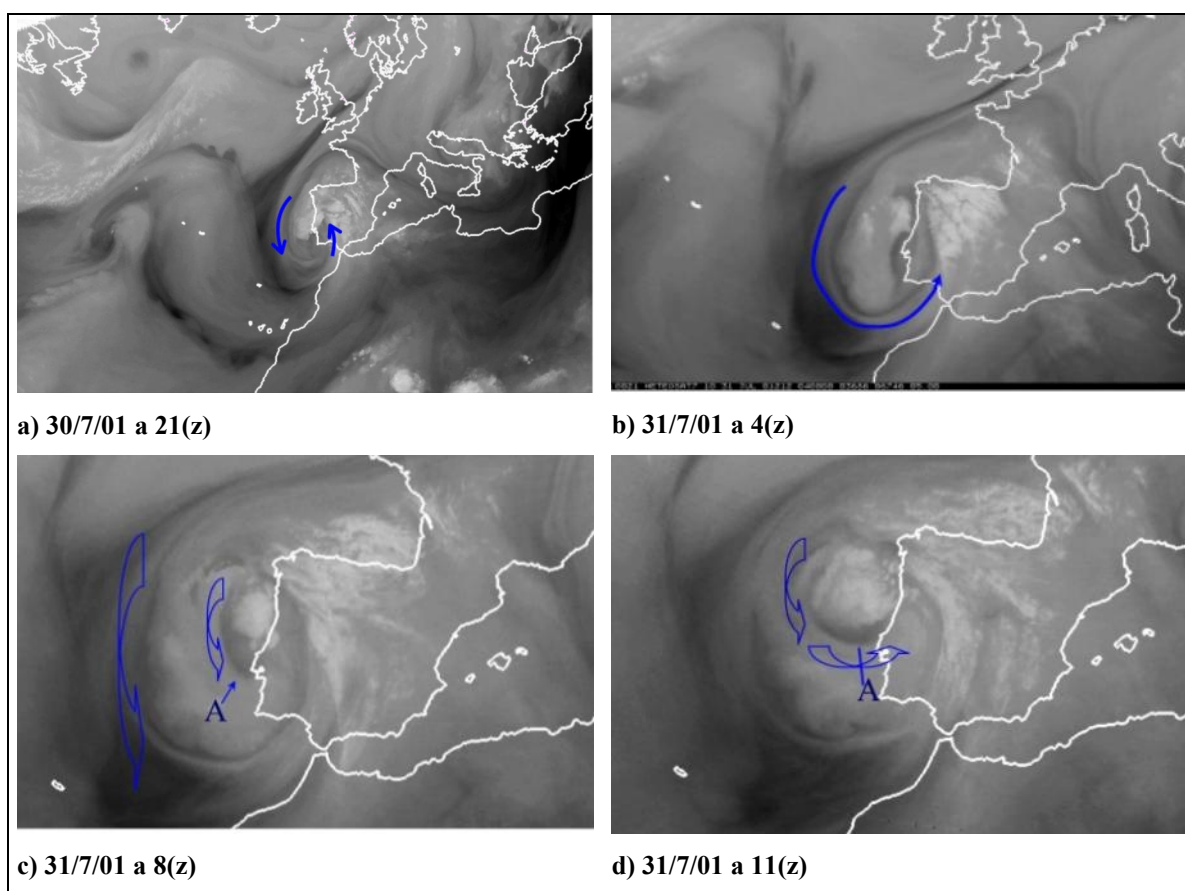


Figura 3: Compactificación del vórtice

¿Qué sucedió en realidad? Lo que sucedió fue que el núcleo en altura, en principio elongado de norte a sur (figura 3a y 3b) se fue cerrando cada vez más (compactificándose) debido al efecto de transferencia de vorticidad de cizalladura a vorticidad por curvatura, como podemos apreciar en A de la figura 3c, y posteriormente acaba cerrando el “circuito”, como podemos ver en la rama inferior dibujada en la figura 3d. Por tanto, el vórtice que “apoyaba” dinámicamente la inestabilidad de los días anteriores quedó emplazado al oeste de la península frente a las costas gallegas, hasta llegar a unas dimensiones que extendían su influencia sólo sobre la zona marítima cercana a Galicia. El resultado fue que la inestabilidad “principal” quedó reducida al mar, quedando en la península nubes medias y altas.

### 4. Champiñones y fronteras

El modelo de champiñón está muy bien documentado por el Stap (ver Martín, Elizaga, Riosalido 1999). La zona inestable se circunscribe a la zona con circulación ciclónica, lo cual parece lógico al ser la zona

dinámicamente favorable, y la zona estable es propensa a las nieblas en caso de existir condiciones en niveles bajos. El problema más relevante de cara a centrar la zona donde pueden desarrollarse las tormentas, es que la frontera que marca la banda de deformación es móvil, por tanto hay que tener en cuenta la circulación que rodea el champiñón de cara a prever el desplazamiento de esa frontera y su posible dirección, lo cual servirá para prever el desplazamiento conjunto de la zona inestable.

En el ejemplo mostrado en la figura 4 vemos como en la parte ciclónica del champiñón se forman los núcleos tormentosos (figura 4a), esta vez de no excesiva importancia y como se van desplazando hacia el este a medida que se desplaza la frontera, marcada con línea discontinua. Aunque en este caso el champiñón no es totalmente puro en su parte anticiclónica debido a efectos en niveles bajos en su parte derecha en el norte de África, se ha elegido este ejemplo porque se observa como otro champiñón (figura 4c) se va formando hacia el noroeste de la península, el eje de dilatación del segundo champiñón va deformando la rama ciclónica del champiñón primitivo y desplazando hacia el este el conjunto, de manera que posteriormente a las imágenes la inestabilidad fue “expulsada” de la península.

En la zona anticiclónica del segundo champiñón se produjeron nieblas y hubo nubosidad de tipo bajo en el norte y noroeste de la península.

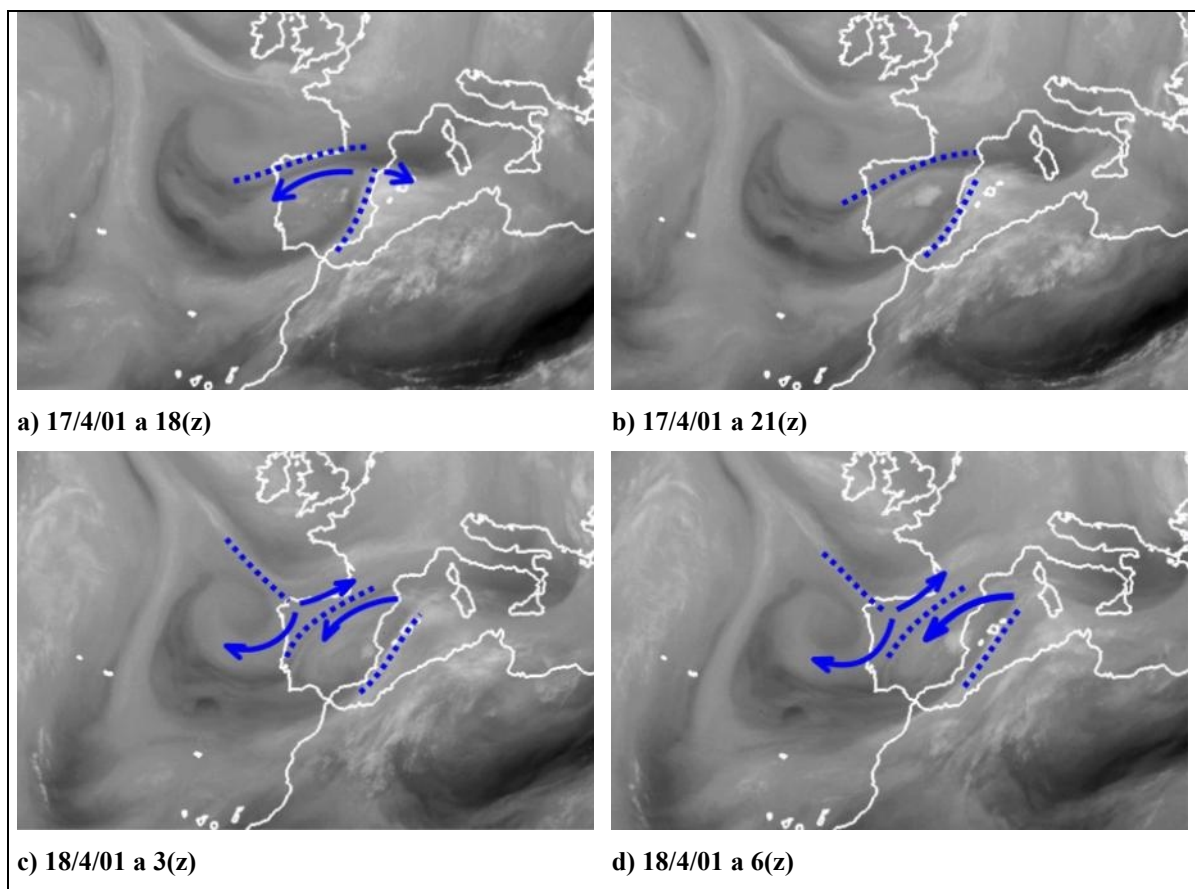


Figura 4: Champiñones en contacto.

Las fronteras marcan zonas con un fuerte contraste de humedad y por ello son fácilmente identificables y monitorizadas en vapor de agua. Se mueven con el flujo general y suelen separar “tipos” de tiempo distintos. Su seguimiento de imagen a imagen nos permite seguir las estructuras principales. En el siguiente ejemplo vemos como debido a la deformación producida por una frontera móvil, representada por la línea discontinua, la zona favorable a la formación de tormentas se ve obligada a irse desplazando hacia el este permitiéndonos vigilar la vaguada móvil y por ende, predecir el auge y caída de los fenómenos convectivos.



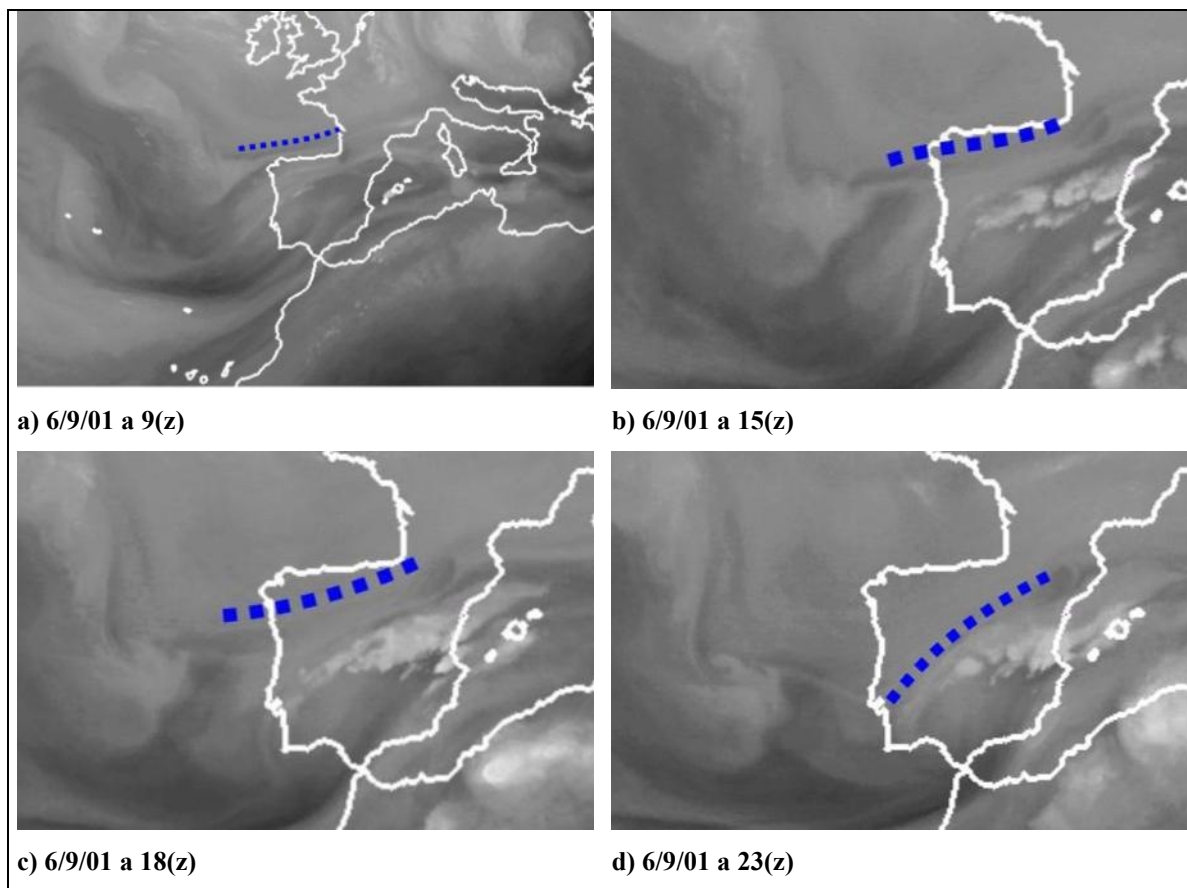


Figura 5: Frontera móvil.

## 5. Conclusiones

Se ha podido comprobar que teniendo en cuenta modelos conceptuales claros basados en las imágenes de vapor de agua podemos diagnosticar la situación y obtener ideas claras del funcionamiento del modelo en diferentes situaciones y validar o no subjetivamente ese modelo. Podemos prever posibles discrepancias y sus consecuencias. Asimismo, también es útil para comprender lo que está sucediendo a nivel de mesoescala y lo que puede suceder en el corto o muy corto plazo. Los intentos de sistematizar y automatizar la validación del modelo mediante campos derivados como la vorticidad potencial, la altura de la tropopausa dinámica, etc, también son muy prometedores pero no están aún integrados en la práctica operativa. La identificación y seguimiento de líneas o zonas oscuras en las imágenes de vapor de agua proporciona, en muchas ocasiones, los indicios necesarios para interpretar mejor lo que nos está “sugiriendo” el soporte numérico y, en su caso, para corregir a éste. La detección de estas zonas oscuras en vapor de agua se anticipa en varias horas a la detección de “sus efectos” en los otros canales. Este es pues un campo donde el predictor puede aportar su valor añadido al modelo y de alguna manera dirigir a éste, centrando las zonas y fenómenos a tener en cuenta en las próximas horas.

## Referencias

- Bader, Forbes, Grant, Lilley & Waters (1995). Images in weather forecasting. Cambridge University Press, 499pp.
- Browning (1997). The dry intrusion perspective of extra-tropical cyclone development. Meteorol. Appl., 4: 317-324.
- Elizaga, Martín, Riosalido, Carretero, Elvira & García. Imágenes de vapor de agua: Uso en el diagnóstico en niveles altos. IV Symposium Nacional de Predicción.
- Martín, Elizaga & Riosalido (1999). The mushroom configuration in water vapor imagery and operational applications. Meteorol. Appl. 2: 143-154.
- Weldon & Holmes. (1991) Water Vapor Imagery. Interpretation and applications to weather analysis and forecasting. NOAA Tec. Report NESDIS 57, 213pp.